

高知県産食品の栄養化学的研究（第4報）

水稻二期作米のビタミンB₁含量とその貯蔵による変化

松 本 和

Nutritional Studies on Food Produced in Kochi Prefecture IV

The Thiamine Content and its Change in "Nikisakumai" during Storage.

Kazu MATSUMOTO

(昭和39年1月31日受理)

緒 言

玄米中のビタミン B₁ 分布とその貯蔵による変化については従来藤原⁽¹⁾、桜井⁽²⁾、竹生・谷⁽³⁾ らによって研究されているが、高知県の水稻二期作米についての報告は見当たらない。水稻二期作について久保⁽⁴⁾ は次のように定義している。「水稻二期作というのは高知県の物部川流域の香長平野で行なわれている稲作で、年間において水稻の早期栽培とその晩期栽培を結合的に行なう水田の二重稲作利用を指すもので、水稻の早期栽培をした水田の後地に米以外のものを栽培する場合、また逆に晩稲を栽培する水田の前作に米以外のものを栽培する場合は水稻二期作ではない、したがって水稻の一期作はその二期作の約束せられた前作的稲作で、二期作は水稻一期作を前提とした後作的稲作である。それゆえに厳密にいうならば、水稻一期作は水稻二期作の一期作、水稻二期作は水稻二期作の二期作と称すべきであるが、非常に面倒であるので便宜上今後は前者を単に一番稲、後者を二番稲と称する。」而して一番稲の播種期は3月中・下旬、移植期は4月中・下旬、収穫期は7月下旬から8月上旬であり、二番稲の播種期は6月下旬から7月上旬、移植期は8月上旬、収穫期は11月上・中旬である。このように苗代日数約30日間、本田生育期間は一番稲約90日、二番稲約70日と極めて短期間の生育によって生成されたそれぞれの玄米中のビタミン B₁（以下 B₁ と記す。）が貯蔵によってどのように変化するかを知るために、室内貯蔵法と乾燥貯蔵法を対比しつつ実験を行ない、あわせて高知県の各地で普通栽培された水稻うるち玄米の B₁ 含量について実験したので、その結果を報告する。

実 験 方 法

(1) 試料：試料の玄米のうち貯蔵試験に供した一番稲玄米と二番稲玄米は昭和37年高知県南国市産で一番稲玄米2品種（越路早生、ホウネンワセ）、二番稲玄米3品種（土佐2号、尾長、銘仙）を用いた。その他の試料は昭和38年産普通栽培の水稻うるち玄米で、高知県各地の主要農業指導所を通じて入手した5品種（農林22号、チヨヒカリ、コガネニシキ、瑞九、サチワタリ）の19試料である。

(2) 実験方法：上記試料の一番稲玄米と二番稲玄米を昭和38年1月から10月までの10か月間本学研究室において乾燥貯蔵（デシケータ中に保存）と室内貯蔵を行ない、毎月玄米の総 B₁ 含量と遊離型 B₁ 含量とを藤原・松井⁽⁵⁾ らのブロムシアン・アルカリ反応を利用するチオクローム蛍光法により定量した。なおその他の19試料中の B₁ 含量も同様の方法により定量した。

実験結果と考察

(1) 普通栽培水稻うるち玄米中のB₁含量

高知県の普通栽培水稻うるち玄米（5品種19試料，昭和38年産）の総B₁と遊離型B₁の含量はTable 1 (1), (2)の通りである。

Table 1. The thiamine content in rices produced in Kochi Prefecture.

(1)

Species	Regions	Total B ₁ (γ%)	Free B ₁ (γ%)
Nōrin-22	Takaoka, 7 others	451.3	408.1
Chiyohikari	Susaki, 6 others	428.6	369.3
Chiyohikari	Nakamura (soaked rice)	450	350
Koganenishiki	Nahari	451	365
Sachiwatari	Kitagawa	400	355
Zuikyu	Sukumo	410	360

(2)

Regions		Nōrin-22		Chiyohikari	
		Total B ₁ (γ%)	Free B ₁ (γ%)	Total B ₁ (γ%)	Free B ₁ (γ%)
Flat regions	Takaoka	475	425	425	375
	Susaki	425	400	425	370
	Tano	—	—	450	365
	Kitagawa	505	450	—	—
	Kubokawa	475	415	450	400
Mean value		470	422.5	437.5	377.5
Hilly regions	Tosa-mura	(1) 425 (2) 425	375 375	450	375
	Ōtoyo	425	400	400	350
	Kahoku	455	425	400	350
	Mean value	432.5	393.8	416.7	358.3

Table 1 (1), (2)の総B₁の測定値（冠水稻を除く）から400を引いた数値について常法にしたがい分散分析したのがTable 2である。

Table 2.

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	Variance ratio	F (5 %)
G	4650.4	4	1162.6	1.53	3.18
R	9823.22	13	755.63		

Table 1 (1)によると総B₁含量は広い地域にわたって栽培されている品種，農林22号とチヨヒカリがそれぞれ451.3γ%（8種平均値），428.6γ%（7種平均値）で，他の3品種の平均値420.3γ%

にくらべると総 B_1 含量が多いように思われたが、Table 2 に示すように品種間の総 B_1 含量には有意差を見出せなかった。試料中 B_1 含量の最高は北川村産の農林22号 505 $\gamma\%$ で、最低の大豊村産のチヨヒカリ 400 $\gamma\%$ 、北川村産のサチワタリ 400 $\gamma\%$ とは 105 $\gamma\%$ の差異を認めた。桜井⁽⁶⁾ はジアゾ試薬を使う比色法により国内産玄米 114 種について総 B_1 含量を収穫後半年以内に測定した結果、最低 300 $\gamma\%$ 、最高 489 $\gamma\%$ 、平均 373 $\gamma\%$ で、地域別の差は見当らなかったと報告しているが、高知県産の玄米では最低 400 $\gamma\%$ 、最高 451.3 $\gamma\%$ 、平均 421.5 $\gamma\%$ で桜井の全国平均より 48 $\gamma\%$ 高い値を示した。なお総 B_1 中遊離型 B_1 のしめる割合は本実験試料については、農林22号 90.4% > サチワタリ 88.7% > コガネニシキ 87.9% > 瑞九 87.8% > チヨヒカリ 85.1% の順に小となったが、平均 88% を示し遊離型 B_1 が大部分をしめていた。

(2) 栽培地を異にする同一品種の B_1 含量

農林22号とチヨヒカリについて栽培地が異なれば、 B_1 含量にどのような差があるかを知るために、本実験試料栽培地を平坦地と山間地との2区に分けてまとめた結果を Table 1 (2) に示す。

Table 1 (2) の総 B_1 量から 400 を差し引いた数値について分散分析したのが Table 3 および Table 4 である。

Table 3. Nōrin-22

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	Variance ratio	F (5 %)
G	2812.5	1	2812.5	4.24	5.99
R	3975	6	662.5		

Table 4. Chiyohikari

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	Variance ratio	F (5 %)
G	744.02	1	744.02	1.62	6.61
R	2291.2	5	458.24		

両品種とも本実験試料の範囲内では平坦地玄米の総 B_1 量 438~470 $\gamma\%$ は山間地玄米の総 B_1 量 417~433 $\gamma\%$ よりもやや多い傾向が見られたが、Table 3, Table 4 に示す分散分析の結果からは平坦地玄米と山間地玄米との間には有意差は見出されなかった。

近藤⁽⁷⁾ らは水稻の B_1 生成は乳熟期および黄熟期に盛んであることを報告しており、また満田⁽⁸⁾ は植物体の B_1 合成能は植物の生育時期と密接に関係し、日照による生育増加とともに B_1 量も増加することを報告している。日照時間が水稻の乳熟期および黄熟期に十分なる地域が玄米内 B_1 の合成に好要素の一つであり、平坦地玄米の方が山間地玄米よりも B_1 含量は多いと考えられるが、栽培地土質や肥培管理その他の条件によっても影響されるので今後更に多数の試料について詳しく研究して正当な結論を得たい。

(3) 冠水稻の B_1 含量

冠水した稲から再生した稲の玄米を含む中村市産チヨヒカリの B_1 量を定量した結果、総 B_1 量 450 $\gamma\%$ 、遊離型 B_1 量 350 $\gamma\%$ で、これをその他の地域の同品種の健全米と比較すれば総 B_1 量では最高値 450 $\gamma\%$ であったが、遊離型 B_1 の総 B_1 に対する割合は 77.8% でかなり低い値であった。

(4) 二期作米の総 B_1 含量の変化

各貯蔵区における玄米の総 B_1 含量の変化は Table 5, Table 6 および Fig. 1 の通りである。

Table 5. Change of the thiamine content during storage of rice ; I first cultivated
rices, II second cultivated rices, A on the table, B in the desiccator.

($\gamma\%$)

B ₁	Species of rice		month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			con- dition										
Total B ₁	I	Koshiji- wase	A	475	425	425	425	387.5	375	350	350	300	290
			B	475	475	470	460	445	425	415	385	360	350
		Hōnen- wase	A	490	487.5	475	465	400	400	380	375	315	300
			B	490	490	480	475	460	450	435	400	370	345
	II	Tosa-2	A	440	425	410	425	400	375	375	365	300	280
			B	440	440	435	435	425	415	410	375	330	320
		Onaga	A	425	387.5	400	375	350	325	315	300	260	260
			B	425	425	428	410	375	350	340	315	285	275
Free B ₁	I	Koshiji- wase	A	425	422.5	400	350	325	325	300	275	230	235
			B	425	425	425	425	400	375	375	350	310	300
		Hōnen- wase	A	450	437.5	460	425	375	375	350	325	250	235
			B	450	450	450	450	425	425	395	350	320	310
	II	Tosa-2	A	425	390	400	350	337.5	325	325	325	250	240
			B	425	425	400	385	350	340	350	325	300	275
		Onaga	A	400	375	375	300	287.5	280	275	260	225	230
			B	400	400	400	350	325	300	300	275	250	245
Free B ₁	II	Meisen	A	375	350	350	300	287.5	275	275	260	225	200
			B	375	375	375	350	325	315	310	285	265	255

Table 6. Proportion of remaining thiamine during storage of rices ; A on the
table, B in the desiccator, I first cultivated rices, II second cultivated rices, M
mean value ($\gamma\%$), P proportion remained (%).

B ₁	Condition	Sample	month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Items										
Total B ₁	A	I	M	482.5	456.2	450	445	393.7	387.5	365	362.5	307.5	295
			P	100	94.5	93.2	92.2	81.6	80.3	75.6	75.1	63.7	61.1
		II	M	417.5	381.2	387.5	375	350	337.5	315	300	260	251.2
			P	100	91.3	92.8	89.8	83.8	80.8	75.4	71.8	62.2	60.1
	B	I	M	482.5	482.5	475	467.5	452.5	437.5	425	392	365	347.5
			P	100	100	98.4	96.8	93.7	90.6	88.0	81.2	75.6	72.2
		II	M	417.5	417.5	419	405	375	350	337.5	307.5	277.5	272.5
			P	100	100	100.3	97.0	89.8	83.8	80.8	73.6	66.4	65.2
Free B ₁	A	I	M	437.5	430	430	387.5	350	350	325	300	240	235
			P	100	98.2	98.2	88.5	80.0	80.0	74.2	68.5	54.8	53.7
		II	M	387.5	362.5	362.5	300	287.5	277.5	275	260	225	215
			P	100	93.5	93.5	77.4	74.1	71.6	70.9	67.0	58.0	55.4
	B	I	M	437.5	437.5	437.5	437.5	412.5	400	385	350	315	305
			P	100	100	100	100	94.2	91.4	88.0	80.0	72.0	69.7
		II	M	387.5	387.5	387.5	350	325	307.5	305	280	257.5	250
			P	100	100	100	90.3	83.8	79.3	78.7	74.8	66.4	64.5

貯蔵開始時の総 B₁ 含量は一番稲玄米では 482 $\gamma\%$ であったものが室内貯蔵では 5・6 月の湿潤期に減少しはじめ 8・9 月の夏季高温時を過ぎると急激に減少して 295 $\gamma\%$ で当初の約 61% になった。

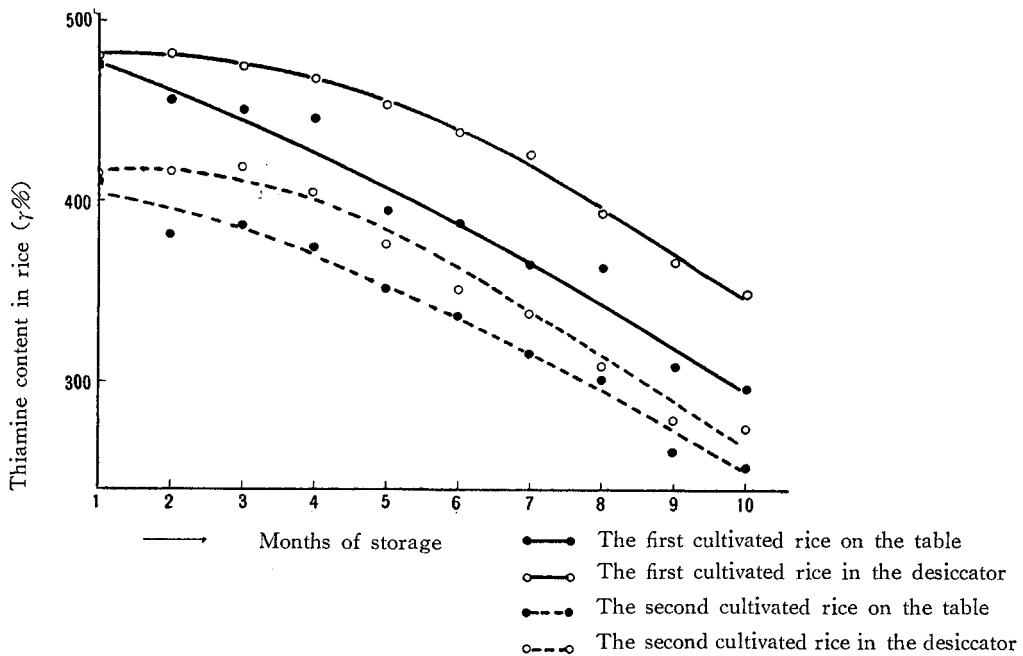


Fig. 1 Change of the thiamine content in rice during storage

二番稲玄米の総 B_1 含量は尾長、銘仙の両品種は417 $\gamma\%$ で一番稲玄米にくらべて少ないが、減少のしかたは一番稲玄米と同じ傾向で9月をすぎると251 $\gamma\%$ で当初の約60%になった。土佐2号(二番稲玄米)の総 B_1 含量は440 $\gamma\%$ で一番稲玄米のそれよりも少ないが、他品種の二番稲玄米にくらべると多かった。

乾燥貯蔵では総 B_1 含量は3月までは殆んど減少しないが、4月をすぎると一番稲玄米では室内貯蔵にくらべると徐々に減少して7月までは425 $\gamma\%$ で貯蔵開始時の88%あったものが、その後急激に減少して10月には347 $\gamma\%$ で貯蔵開始時の72%になった。二番稲玄米も3月までは減少しないが、4月をすぎると一番稲玄米にくらべて大きく減少して、8月には300 $\gamma\%$ で当初の74%になり、10月には272 $\gamma\%$ で当初の65%まで減少した。

これは乾燥状態だけでは総 B_1 含量の減少をおさえることはできず温度が大きな影響を及ぼすことを示しており、一番稲玄米より二番稲玄米の方がその影響がやや大きいものと思われる。藤原⁽⁹⁾は玄米 B_1 含量の貯蔵中の変化を調査した結果18°C以下に保持すれば B_1 の減少をかなり少なくすることができると述べているが、本実験の結果からも同じようなことがいえる。また、有坂・谷⁽¹⁰⁾らは倉庫貯蔵における玄米の B_1 の消長を調査した結果、7月まではやや減少し、8月に著しく減少して残存率は60%となったことを報告しているが、著者の実験室的規模における結果とだいたい同じ傾向である。

(5) 二期作米の総 B_1 含量と遊離型 B_1 との関係

総 B_1 と遊離型 B_1 との関係をTable 6の B_1 残存率でみると、室内貯蔵の場合は3月までは一番稲玄米、二番稲玄米とも総 B_1 量の減少が遊離型 B_1 の減少よりもやや大きい。これはこの期間には総 B_1 量の減少はほとんど結合型 B_1 の減少にもとづくことを示す。4月から10月までの一番稲玄米の総 B_1 量の減少は遊離型 B_1 の減少に原因している。二番稲玄米では4月から7月まで遊離型 B_1 の減少が非常に大きい。次にTable 5から玄米総 B_1 含量中遊離型 B_1 と結合型 B_1 との割合をみると、一番稲玄米、二番稲玄米とも各貯蔵期間を通じて遊離型 B_1 が極めて多かった。平

均すれば遊離型 B_1 は89.3%で結合型 B_1 は10.7%となる。これは福田・平見⁽¹¹⁾が、魚眼球中の B_1 について調べた結果、魚眼球中の遊離型 B_1 92.9%, 結合型 B_1 7.1%であったことと類似している。野菜や果実類⁽¹²⁾の大部分では結合型 B_1 が総 B_1 量の30~50%検出され、果菜類では80~90%が結合型 B_1 であるのに、玄米、魚眼球のように B_1 を多量に含有する天然物中に結合型 B_1 が少なく、殆んど遊離型 B_1 であることは注目すべきことである。

(6) 玄米 B_1 量の虫害による損失

室内貯蔵の玄米中越路早生、ホウネンワセ、土佐2号の3品種が10月に至って大部分のものが虫害を受けたので正常米と比較分析した結果は Table 7 の通りである。Table 7 によると虫害米の B_1 量は正常米の約60%であり、貯蔵開始時の玄米 B_1 量に対しては約36%まで減少していた。

Table 7. Comparison of thiamine content between normal-rice and damaged-rice from insects.

B_1	Species of rice	Normal-rice	Damaged-rice
Total B_1 (%)	Koshiji-wase	290	175
	Hōnen-wase	300	180
	Tosa-2	280	150
Free B_1 (%)	Koshiji-wase	235	150
	Hōnen-wase	235	160
	Tosa-2	240	132.5

要 約

- (1) 高知県産水稻うるち玄米5品種19試料と一番稲玄米2品種および二番稲玄米3品種の B_1 含量とその貯蔵による変化についてチオクローム蛍光法により実験した。
- (2) 普通栽培の水稻うるち玄米の総 B_1 含量は品種間において有意差がなかった。
- (3) 総 B_1 中遊離型 B_1 のしめる割合は平均88%で結合型 B_1 は12%であった。
- (4) 同一品種で栽培地が異なる場合、平坦地玄米の B_1 量と山間地玄米の B_1 量との間に有意差を見出せなかった。
- (5) 冠水稻玄米の総 B_1 量は健全米の総 B_1 量と同程度であったが、総 B_1 中遊離型 B_1 のしめる割合は77.8%でかなり低い値であった。
- (6) 一番稲玄米と二番稲玄米の総 B_1 含量はそれぞれ482 γ %, 417 γ %で一番稲玄米の方が多かったが、室内貯蔵をした場合の総 B_1 の減少は5・6月の湿潤期に減少しはじめ、8・9月の夏季高温時をすぎると貯蔵開始時の約60%であった。乾燥貯蔵の場合は一番稲玄米が10月になっても72%であったが、二番稲玄米では65%の低値を示していた。
- (7) 二期作米中にも総 B_1 中遊離型 B_1 が極めて多く、貯蔵期間を通じて結合型 B_1 10.7%に対し遊離型 B_1 は92.7%であった。
- (8) 虫害をうけた玄米の B_1 含量168 γ %は正常米の B_1 含量290 γ %の約60%であった。

終りに臨み本研究について終始御懇切な御指導を賜りました本研究室福田俊治教授に対し厚く感謝の意を表します。試料の蒐集に御援助いただいた高知県農林部農業技術課奥田五郎技師に厚く感謝します。

文 献

- (1) 藤原元典：栄養食糧，2，13 (1949)
- (2) 桜井芳人：ビタミン，15，151 (1958)

- (3) 竹生新治郎, 谷達雄: ビタミン, 24, 21 (1961)
- (4) 久保佐土美, 梶原子治, 橋田龍一郎: 水稻二期作の研究, 3 (1958)
- (5) 佐橋佳一等編集: ビタミン学, 312 (1956)
- (6) 同 前: 同 前, 15, 151 (1958)
- (7) 近藤金助, 満田久輝, 岩井和夫: 農化, 24, 128 (1951)
- (8) 満田久輝: ビタミン, 25, 331 (1962)
- (9) 同 前: 同 前, 2, 13 (1949)
- (10) 有坂幸子, 谷達雄: 食研報告, 6, 71 (1952)
- (11) 福田俊治, 平見嘉彦: 農化: 29, 247 (1955)
- (12) 藤田秋治: ビタミン定量法, 273 (1955)

(高知女子大学 栄養化学研究室)

Summary

Nikisakumai, the rices cultivated twice a year in the same field, were stored in a desiccator and on a table in a room from January to October in 1963.

The change of thiamine content during storage of Nikisakumai was determined by the thiochrome method with cyanogen bromide and alkali reactions discovered by FUJIWARA and MATSUI. In a similar manner, the thiamine content in several races of rice produced in Kochi Prefecture was determined.

The results of the experiment are as follows: (1) There was no significant difference in the thiamine content among the several races of rice. (2) The ratio of the free thiamine to the combined thiamine was about 88:12. (3) The relation between the region which produced rice and the thiamine content in the rice was investigated about the same races, but this correlation also was found insignificant. (4) The thiamine content in the rice soaked in the water was nearly equal to that in the normal rice, and the ratio of the free thiamine to the combined thiamine was about 78:22. (5) The thiamine content in the first and second cultivated rices is shown in Table 5. The rice lost the thiamine content during storage and the rate of loss was much higher on the table than in the desiccator. After storage for 10 months, the first harvest rice and the second one lost 40% of thiamine content on the table each, but the first lost 28% and the second 35% in the desiccator. (6) The ratio of the free thiamine to the combined thiamine in Nikisakumai was about 89:11. (7) The thiamine content in the rice damaged by insects was less than in normal rices.

(Laboratory of Nutritional Chemistry, Kochi Women's University)